

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-337636
(43)Date of publication of application : 22.12.1998

(51)Int.Cl.

B23Q 15/00
G05B 19/18

(21)Application number : 09-164918
(22)Date of filing : 09.06.1997

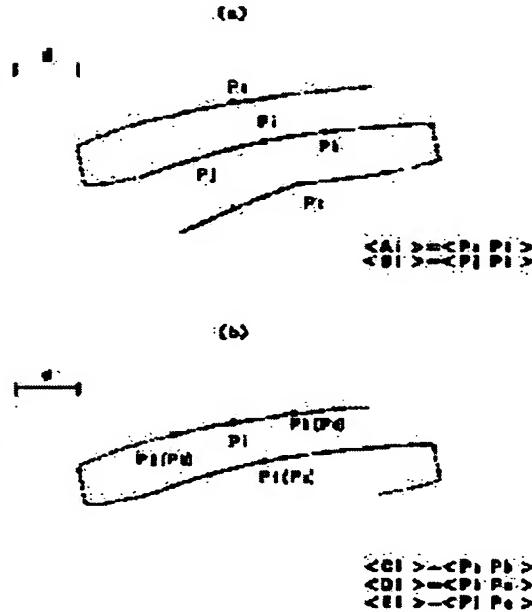
(71)Applicant : FANUC LTD
(72)Inventor : OTSUKI TOSHIAKI
ISHII SEIJI

(54) CONTROL DEVICE FOR 5-SHAFT FINISHING MACHINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To calculate tool posture and tool length correction vector of 5-shaft binishing machine automatically.

SOLUTION: On each designated point P_i , 4 command points P_j , P_k , P_s , and P_t , are selected from all designated points in accordance with the following conditions. P_s ; a designated point which goes ahead of P_i , and proceeding direction vectors $\langle Q_i \rangle$ and $\langle P_i P_s \rangle$ cross at a considerable angle, and the distance to P_i is minimum and a command point within limited distance (d). P_j ; a designated point which goes ahead of P_i , and the distance to P_i does not exceed the limited distance (d) and a command point which is closest to (d). P_k ; a designated point which goes behind P_i , and the distance to P_i does not exceed the limited distance (d) and a command point which is closest to (d). P_t ; a designated point which goes behind P_i , and proceeding direction factors $\langle Q_i \rangle$ and $\langle P_i P_t \rangle$ cross at a considerable angle, and the distance to P_i is minimum and a command point within limited distance (d). Non-parallel vector vs $\langle A_i \rangle$, $\langle B_i \rangle$ and the like are determined from those 4 points or 3 points P_a , P_b , and P_c among them, and a slope vector $\langle N_i \rangle$ is obtained from the outer products. In addition, tool length correction vector $\langle T L_i \rangle$ is determined so that it may have designated slope relation with $\langle N_i \rangle$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int. C1.6
B 2 3 Q 15/00
G 0 5 B 19/18

識別記号

F I
B 2 3 Q 15/00
G 0 5 B 19/18

K
D

審査請求 未請求 請求項の数 4

FD

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-164918

(22) 出願日 平成9年(1997)6月9日

(71) 出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地

(72) 発明者 大槻 俊明

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72) 発明者 石井 清次

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

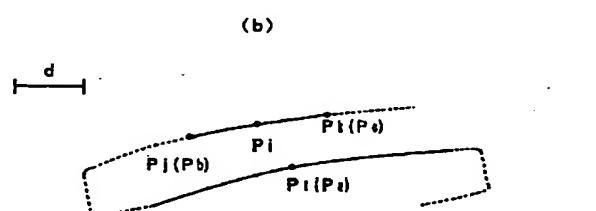
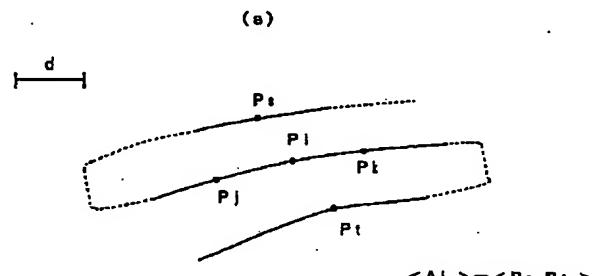
(74) 代理人 弁理士 竹本 松司 (外4名)

(54) 【発明の名称】 5 軸加工機の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 5 軸加工機の工具姿勢と工具長補正ベクトルの自動算出。

【解決手段】 各指定点 P_i について、全指定点から 4 個の指令点 P_j 、 P_k 、 P_s 、 P_t を次の条件で選び出す。 P_s : P_i に先行する指定点で、進行方向ベクトル $\langle Q_i \rangle$ と $\langle P_i P_s \rangle$ が相当の角度で交差し、且つ、 P_i との距離が最小で、制限距離 d 内にある指令点。 P_j : P_i に先行する指定点で、 P_i との距離が制限距離 d を越えず、最も d に近い指令点。 P_k : P_i に後行する指定点で、 P_i との距離が制限距離 d を越えず、最も d に近い指令点。 P_t : P_i に後行する指定点で、進行方向ベクトル $\langle Q_i \rangle$ と $\langle P_i P_t \rangle$ が相当の角度で交差し、且つ、 P_i との距離が最小で、なお且つ、制限距離 d 内にある指令点。これら 4 点またはその内の 3 点 P_a 、 P_b 、 P_c から、非平行ベクトル対 $\langle A_i \rangle$ 、 $\langle B_i \rangle$ などを定めその外積から、法線ベクトル $\langle N_i \rangle$ を求める。更に、 $\langle N_i \rangle$ と指定された傾斜関係を持つよう工具長補正ベクトル $\langle T L_i \rangle$ が定められる。



<C_i> = <P_t(P_s) P_i>
<D_i> = <P_j(P_b) P_t(P_t)>
<E_i> = <P_i P_t(P_t)>

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基本3軸と、先端部にポールエンドミルを装備した工具を回転させる回転軸2軸を有し、前記工具の基部に制御点を有する5軸加工機の制御装置であつて、複数の指令点の位置データを含む加工プログラムを記憶する手段と、前記加工プログラムを再生して前記制御点の位置と姿勢を制御する手段と、前記複数の指令点の内の少なくとも一部について、各指令点に対応する加工面を近似的に表現する指令点群を前記複数の指令点の中から選択する手段と、前記選択された指令点群の位置を表わすデータを用いてそれら選択された指令点群が張る近似代表平面の方向を求める手段と、前記求められた近似代表面の方向に関して予め定められた関係を持つような方向を算出する方向算出手段を備え、前記算出された方向を表わすデータと予め与えられた工具長を表わすデータに基づいて前記制御点の位置と姿勢の制御が行なわれる、前記5軸加工機の制御装置。

【請求項2】 前記近似代表面を張る指令点群の位置を表わすデータを用いて1対の非平行ベクトルを定める手段と、

前記1対の非平行ベクトルの外積から前記近似代表面の法線方向を表わすベクトルを求める手段を備えた、請求項1に記載された5軸加工機の制御装置。

【請求項3】 前記近似代表面の内の少なくとも一つは、当該近似代表面に対応する指令点自身が含まれていない、請求項1または請求項2に記載された5軸加工機の制御装置。

【請求項4】 前記近似代表面の内の少なくとも一つは、当該近似代表面に対応する指令点自身が含まれている、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載された5軸加工機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、基本3軸と工具を回転させる回転軸2軸を有する5軸の工作機械（5軸加工機）を制御するための制御装置に関し、更に詳しく言えば、前記5軸加工機の工具軸方向を自動的に決定する機能を備えた数値制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 5軸加工機は、図1(a)に示すように、基本3軸と工具を回転させる回転軸2軸を有する加工機として知られている。同図において、工具1は先端部に取り付けたポールエンドミル4を工具軸TL周り（矢印SP）に回転させてワークWの切削加工を行なうものである。C軸（Z軸方向周りの回転軸）で駆動される工具取付部2には、回転中心3を通りZ軸に垂直な工

具支承軸が設けられ、この工具支承軸周りに回転自在な態様で工具1が取り付けられている。

【0003】 同図に付記したように、X軸周り及びY軸周りの回転軸をそれぞれA軸、B軸と呼ぶ習慣に従えば、C軸の回転位置に応じて、5軸加工機の回転2軸は、「C軸とA軸」あるいは「C軸とB軸」と言うことも出来るので、本明細書ではこれをA/B軸と表記する。基本3軸については、ワークWを載置するテーブルTBあるいは工具取付部2を搭載した駆動機構（図示省略）に振り分けられる。

【0004】 これら5軸を駆動するサーボモータを数値制御装置で制御する場合、工具1の回転中心3を制御点として制御装置による工具1の位置・姿勢の制御（5軸の制御）が行なわれる。一方、工具1による実際の加工点はポールエンドミル4の先端5付近にある。また、切削希望経路DPは、加工プログラムで指定される複数個の指令点…PN-1、PN、PN+1…で教示される（以下、指令点の記号は、適宜PNで代表させる）。

【0005】 従って、実際の制御にあたっては、各指令点PNに対応する制御点QNを定める必要がある。そのためには、指令点PNから制御点QNへ向かう方向と指令点PNと制御点QNの間の距離を指定してやれば良い。このような2つの量を指定するベクトル<TL>は、工具長補正ベクトルと呼ばれる。なお、本明細書においては指令点PNと制御点QNの間の距離、即ち工具長補正ベクトルの長さを単に「工具長」と呼ぶことにする。ポールエンドミル4の先端点を実際の加工点と見なす場合には、工具長しはポールエンドミル4の先端点と回転中心点（制御点）3の間の距離となる。

【0006】 このように、工具長補正ベクトル<TL>は、工具1の長さと姿勢の情報を含んでいる。工具長しは定数のパラメータで指定可能である一方、工具1の姿勢には選択の自由度が残されている。そこで、実際に工具長補正ベクトル<TL>を定めるには、工具1の姿勢を指定してやらなければならない。

【0007】 工具姿勢の指定に用いられる代表的な手法として、工具長補正機能がある。この手法を適用する場合、加工プログラムで指令点PN毎に工具姿勢を定めるためのデータを教示しておく必要がある。工具姿勢を指定するために用いられるパラメータとしては、例えば工具1の向きを指定する3個1組の値（I, J, K）がある。

【0008】 図1(b)はこれを説明する図で、工具1の方向が、3個1組の値（I, J, K）で指定される任意の長さのベクトルDで指定されることを表わしている。工具1の向きは、指令点PNから制御点（回転中心3）へ向かうものとする。例えば、図示した例に即して言えば、（1.00, 1.80, 6.00）などと指定される。

【0009】 この（I, J, K）のデータと別途指定さ

れる工具長データ（制御点3から測った工具長Lを表わすデータ）から、工具長補正ベクトル<TL>を構成することが出来る。工具長補正ベクトル<TL>が定めれば、各指令点PNに対応する制御点QNの位置・姿勢を制御装置内部で定めることが出来る。そして、制御点QNが定めれば、プログラムで指定されている他の制御条件（指令速度、コーナ部における運動の滑らか度など）を考慮して、周知のサーボ制御により制御点の運動（位置と姿勢の推移）が制御され、意図に従った加工が実行される。

【0010】ここで問題となるのは、各指令点PN毎に工具姿勢を表わす（I, J, K）のデータを教示する必要があることである。加工プログラムとは別のパラメータ設定機能によって工具姿勢を指定する方式もあるが、各指令点PN毎に工具姿勢を指定するためのデータの入力が必要であることには変わりはない。

【0011】各指令点PN毎に工具姿勢を指定するためのデータは、例えばCADデータに基づいてこれを作成し、5軸加工機の制御装置に入力されている。しかし、実際の加工プログラムに含まれる指令点の数は多数にのぼることが多く、これらデータ（例えば上記I, J, K）の作成及び入力作業の負担が非常に大きくなっているのが現状である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】そこで、本発明の目的は、指令点毎に工具姿勢を指定するデータを特別に教示・入力しなくとも、各指令点の位置のデータ（姿勢を含まず。以下同じ。）を利用して工具姿勢を自動的に定め、それに基づいて各軸の制御を行なうことが出来る5軸加工機の制御装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】5軸加工機による実際の加工においては、希望する工具姿勢は加工面の方向（法線方向で代表される）に依存してほぼ決められることが多い。従って、多くの場合、各指令点における加工面の方向が判れば、工具姿勢はその加工面方向に対して特定の関係を有するように定めてやれば良いということになる。本発明はこのことを前提に、更に、加工面の方向が急激に変化する部分（例えば稜線部、隅部、局所的凹凸部など）を除き、各指令点における加工面の方向は、その指令点から遠くない加工面の平均的な面方向とほぼ一致し、それは各指令点の近傍に存在する複数の指令点（近似代表指令点群と呼ぶ）が張る平面（近似代表平面と呼ぶ）の方向で代表し得ると言う考え方に基づいてなされたものである。

【0014】即ち、本発明は、位置を教示された指令点の内の少なくとも一部について、各指令点に対してその指令点における加工面を近似的に表現する指令点群を前記位置を教示された指令点の中から選択する手段と、それら指令点群の位置を表わすデータを用いてそれら選択

された指令点群が張る近似代表平面の方向を求める手段と、求められた近似代表面の方向に関して予め定められた関係を持つような方向を算出する方向算出手段を5軸加工機の制御装置設に設け、前記算出された方向を表わすデータと予め与えられた工具長を表わすデータに基づいて各軸の制御を行なうようにすることにより上記課題を解決したものである。

【0015】各近似代表面の方向を求めるには、例えばその近似代表面を張る指令点群の位置を表わすデータを用いて1対の非平行ベクトルを定め、それら非平行ベクトルの外積から近似代表面の法線方向を表わすベクトルを求める計算を行なえば良い。各指令点の近似代表面を張る指令点群には、当該指令点自身は含まれないことが好ましいが、含まれていても良い。また、近似代表面の算出が困難な指令点については、別途、従来と同様のパラメータで指定したり、直近の指令点について算出された近似代表面で代用するなどの措置をとることが出来る。

【0016】

【発明の実施の形態】図2は、本発明の一つの実施形態に係る制御装置としての数値制御装置（CNC）のハードウェア構成を要部ブロック図で示したものである。同図において、符号10で示された数値制御装置（CNC）は、全体を統括制御するプロセッサ11を備える。プロセッサ11は、バス21を介して、ROM12に格納されたシステムプログラムを読み出し、このシステムプログラムに従って、数値制御装置（CNC）10全体の制御を実行する。また、例えばDRAMで構成されるRAM13には、一時的に計算データ、表示データ等が格納される。

【0017】CMOS14には、加工プログラム及び各種パラメータが格納される。加工プログラムは加工経路を定めるための複数の指令点の位置データを含んでいるが、一部の「例外的な指令点」を除き、各指令点についての工具姿勢を指定するデータは含まれていない。本実施形態では、後述するように、「例外的な指令点」は最初の指令点のみである。また更に、CMOS14に格納されるデータには、後述する本発明特有の処理を行なう為のプログラム並びに関連パラメータ（工具長L及び後述する小距離dなど）が含まれる。

【0018】以下、これらプログラムを合わせて動作プログラムと呼ぶこととする。CMOS14は図示されないバッテリでバックアップされ、数値制御装置（CNC）10の電源がオフされてもデータが消去されない不揮発性メモリとして機能する。

【0019】インターフェイス15は、外部機器用との入出を行なう為に設けられ、オフラインプログラミング装置、プリンタ等の外部機器31が接続される。オフラインプログラミング装置で作成された動作プログラムのデータは、インターフェイス15を介して数値制御装置

置(CNC)10に読み込まれる。数値制御装置(CNC)10で編集された動作プログラムのデータは、例えればプリンタで出力可能である。

【0020】PMC(プログラマブル・マシン・コントローラ)16は、数値制御装置(CNC)10に内蔵され、ラダー形式で作成されたシーケンスプログラムで機械を制御する。即ち、動作プログラムで指令されたM機能、S機能及びT機能に従って、これらをシーケンスプログラムで必要な信号に変換し、I/Oユニット17から機械側(ここでは5軸加工機)に出力する。この出力信号は、機械側の各種動作部(エアシリング、ネジ、電気アクチュエータ等)を作動させる。また、機械側の各種スイッチや機械操作盤のスイッチ等の信号を受けて、必要な処理をして、プロセッサ11に渡す。

【0021】グラフィック制御回路18は、各軸(5軸)の現在位置、アラーム、パラメータ、画像データ等のデジタルデータを画像信号に変換して出力する。この画像信号は、CRT/MDIユニット25の表示装置26に送られ、表示装置26に表示される。インターフェイス19は、CRT/MDIユニット25内のキーボード27からデータを受けて、プロセッサ11へ渡す。

【0022】インターフェイス20は、手動パルス発生器32に接続され、手動パルス発生器32からのパルスを受ける。手動パルス発生器32は機械操作盤に実装され、ワクテーブルを含む機械本体の可動部を手動で移動・位置決めするために使用することが出来る。

【0023】軸制御回路41～45は、プロセッサ11からの各軸(5軸)の移動指令を受けて、各軸の指令をサーボアンプ51～55に出力する。サーボアンプ51～55は、この移動指令を受けて、各軸のサーボモータ61～65を駆動する。これら各軸のサーボモータ61～65は、加工機の基本3軸(X軸、Y軸、Z軸)並びに回転2軸(C軸、A/B軸)を駆動する。

【0024】符号651はA/B軸駆動用のサーボモータ65に付設された位置検出器としてのパルスコードであり、図示は省略したが、他軸のサーボモータ61～64にも同様にパルスコードが付設される。これらパルスコードの出力パルスは、位置フィードバック信号や速度のフィードバック信号の生成に使用される。

【0025】スピンドル制御回路71は、スピンドル回転指令の指令を受けて、スピンドルアンプ72にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ72は、このスピンドル速度信号を受けて、スピンドルモータ73を指令された回転速度で回転し、5軸加工機の工具1のボールエンドミル4を回転させる。

【0026】以上述べたハードウェア構成は、通常の数値制御装置と特に変わりはない。即ち、本発明は数値制御装置のハードウェア構成に新規な条件を要求するものではなく、次に説明する内容の処理を実行するためのソフトウェア手段が備わっていれば良い。

【0027】図3は、数値制御装置10が内部で行なう本発明特有の処理の概要を説明するためのフローチャートである。本処理は、動作プログラム起動時に全指令点に関してまとめて実行されても良いし、機械の移動に応じて何度かに分けて実行されても良い。ここでは、便宜上、前者のケースについて説明する。なお、本処理を各軸(5軸)の移動目標位置の計算周期毎に行なうこと、処理能力が許容すれば可能である。

【0028】また、工具長を表わすパラメータし、制限距離d、傾斜角条件を表わすパラメータ(θ 、 ϕ)は全指令点に共通とする。そして、本実施形態において例外的に扱われる最初の指令点N1について工具姿勢を指定するデータ(I, J, K)またはこれに代わる回転2軸の指定値($\theta_{A/BO}$, θ_{CO})は、加工プログラムに書き込まれているものとする(別途パラメータとして設定也可)。

【0029】図3に示した処理の各ステップの要点は次の通りである。

ステップS1：指令点指標iが初期値(i=1)か否かをチェックし、i=1であればステップS2へ進み、そうでなければステップS3へ進む。

ステップS2：最初の指令点P1について予め指定されている(I, J, K)と工具長しに基づいて、工具長補正ベクトル<TL1>を定めて記憶する。なお、工具姿勢が回転2軸の指定値($\theta_{A/BO}$, θ_{CO})で与えられている場合には、それを用いて工具長補正ベクトル<TL1>を定めて記憶する。

ステップS3：指令点指標iの1カウントアップ。

【0030】ステップS4：下記条件(1)の下で、4個の指令点Pj、Pk、Ps、Ptからなる集合{Mi}を定めることを試みる。条件(1)は全指定点から指令点Ps、Pt、Pj、Pkを選び出すための条件で、ここでは次の通りとする。

【0031】[条件(1)]

Ps：指定点列{P1…Pi-1}に属し、進行方向ベクトル<Qi>=<Pi Pi+1>(但し、最終指令点Pfについては、<Qf>=<Pf-1 Pf>)とする。以下、同様。)と<Pi Ps>のなす角度 θ_s が45°< θ_s <135°の範囲にあり、且つ、Piとの距離が最小で、なお且つ、制限距離d内にある指令点。 θ_s に課した制限角度は、進行方向ベクトルと相当程度の角度をもって交差する方向に存在するという条件を具体化したもので、数値は一例である。

Pj：指定点列{P1…Pi-1}に属し、Piとの距離が制限距離dを越えず、且つ、制限距離dに近い指令点。Pj=Pi-1であっても構わない。

Pk：指定点列{Pi Pi+1…Pf} (Pfは最終指令点)に属し、Piとの距離が制限距離dを越えず、且つ、制限距離dに近い指令点。Pk=Pi+1であっても構わない。

P_t ; 指定点列 $\{P_i \ P_{i+1} \ \dots \ P_f\}$ に属し、進行方向ベクトル $\langle Q_i \rangle$ と $\langle P_i \ P_t \rangle$ のなす角度 θ_t が $45^\circ < \theta_t < 135^\circ$ の範囲にあり、且つ、 P_i との距離が最小で、なお且つ、制限距離 d 内にある指令点。 θ_t に課した制限角度は、進行方向ベクトルと相当程度の角度をもって交差する方向に存在するという条件を具体化したもので、数値は一例である。

【0032】図4 (a) には、こうのような条件を満たす指令点 P_s 、 P_t 、 P_j 、 P_k の位置関係を例示した。

【0033】ステップ S 5 ; ステップ S 4 の試みが成功したらステップ S 10 へ進む。しなかったら、ステップ S 6 へ進む。

【0034】ステップ S 6 ; ステップ S 4 で、指令点 P_s 、 P_t 、 P_j 、 P_k の内の 3 個 (組合せは問わない) の選択には成功している場合には、ステップ S 7 へ進み、そうでない場合にはステップ S 9 へ進む。

【0035】ステップ S 7 ; それら 3 個の指令点を任意の順序で P_a 、 P_b 、 P_c とし、これら P_a 、 P_b 、 P_c を近似代表面を表わす集合 $\{M_i\}$ とする。図4

(b) には、こうのような 3 個の指令点 P_a 、 P_b 、 P_c の位置関係を例示した。本例では $P_a = P_t$ 、 $P_b = P_j$ 、 $P_c = P_k$ となっており、 P_s が選択出来なかったケースに相当している。なお、これら 3 点に、 P_i 自身を加えて集合 $\{M_i\}$ とすることも出来る。

【0036】ステップ S 8 ; 集合 $\{M_i\}$ を構成する 4 個の指令点 P_s 、 P_t 、 P_j 、 P_k の位置データを用いて非平行ベクトル対として、 $\langle A_i \rangle = \langle P_s \ P_t \rangle$ 並びに $\langle B_i \rangle = \langle P_j \ P_k \rangle$ を定める。

ステップ S 9 ; 集合 $\{M_i\}$ を構成する 3 個の指令点 P_a 、 P_b 、 P_c の位置データを用いて非平行ベクトル対として、 $\langle C_i \rangle = \langle P_a \ P_b \rangle$ 並びに $\langle D_i \rangle = \langle P_b \ P_c \rangle$ を定める。なお、 P_i 自身を加えて集合 $\{M_i\}$ を構成した場合には、非平行ベクトル対として、例えば $\langle E_i \rangle = \langle P_i \ P_a \rangle$ と $\langle D_i \rangle = \langle P_b \ P_c \rangle$ を定める。

ステップ S 10 ; 非平行ベクトル対の外積から、法線ベクトル $\langle N_i \rangle$ を求める。算出式は定められた非平行ベクトル対に応じて次のいずれかとなる。

$$\begin{aligned} \langle N_i \rangle &= \pm \langle A_i \rangle \times \langle B_i \rangle / \| \langle A_i \rangle \times \langle B_i \rangle \| \\ \langle N_i \rangle &= \pm \langle C_i \rangle \times \langle D_i \rangle / \| \langle C_i \rangle \times \langle D_i \rangle \| \\ \langle N_i \rangle &= \pm \langle E_i \rangle \times \langle D_i \rangle / \| \langle E_i \rangle \times \langle D_i \rangle \| \end{aligned}$$

但し、ここで複合土は、 $\langle N_i \rangle$ と $\langle N_{i-1} \rangle$ のなす角度が 90° 以下になるものを選択する。

【0037】ステップ S 11 ; 求められた法線ベクトル $\langle N_i \rangle$ から、予め設定されている傾斜角度条件を表わすバラメータ (θ 、 ϕ) と工具長を表わすバラメータ L を用いて工具長補正ベクトル $\langle T L_i \rangle$ を定める。即

ち、法線ベクトル $\langle N_i \rangle$ をベクトル $\langle R_i \rangle = \langle Q_i \rangle \times \langle N_i \rangle$ の周りで角度 θ 回転させたベクトルを $\langle U_i \rangle$ とする。ここで、 $\langle Q_i \rangle$ は進行方向ベクトルである。更に、このベクトル $\langle U_i \rangle$ を進行方向ベクトル $\langle Q_i \rangle$ の周りで角度 ϕ 回転させたベクトルを $\langle V_i \rangle$ とする。求める工具長補正ベクトル $\langle T L_i \rangle$ は、次式で与えられる。なお、図 5 にはこれらベクトルの関係を示した。

$$\langle T L_i \rangle = L \cdot \langle V_i \rangle$$

10 10 ステップ S 12 ; 指令点 $\langle P_i \rangle$ の工具長補正ベクトル $\langle T L_i \rangle$ として、直前の指令点 $\langle P_{i-1} \rangle$ の工具長補正ベクトル $\langle T L_{i-1} \rangle$ と等しいものを記憶する。

ステップ S 13 ; 全指令点 $\{P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_{f-1}, P_f\}$ の工具長補正ベクトル $\langle T L_1 \rangle, \langle T L_2 \rangle, \dots, \langle T L_i \rangle, \dots, \langle T L_{f-1} \rangle, \langle T L_f \rangle$ が記憶されたら処理を終了する。そうでなければ、ステップ S 3 へ戻り、上述した処理サイクルを次の指令点に繰り返して実行する。

【0038】

20 20 【発明の効果】本発明によれば、指令点毎に工具姿勢を指定するデータを特別に教示・入力しなくとも、各指令点の位置のデータを利用して工具姿勢を自動的に定め、それに基づいて各軸の制御を行なうことが出来るので、5 軸加工機を用いた加工業の効率が著しく向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a) は、加工機の軸構成を説明する図であり、(b) は、工具長補正に関連して工具姿勢を (I, J, K) で指定する手法について説明する図である。

【図2】本発明の一つの実施形態に係る数値制御装置 (CNC) のハードウェア構成を要部ブロック図で示したものである。

【図3】数値制御装置が行なう処理の概略を記したフローチャートである。

【図4】(a) は指令点 P_s 、 P_t 、 P_j 、 P_k の位置関係を例示した図であり、(b) は指令点 P_a 、 P_b 、 P_c の位置関係を例示した図である。

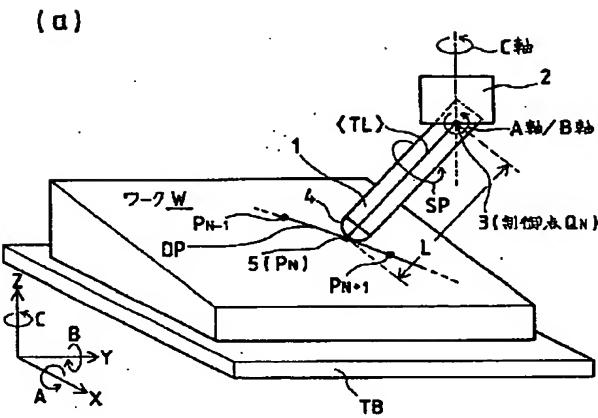
【図5】法線ベクトル $\langle N_i \rangle$ から工具長補正ベクトル $\langle T L_i \rangle$ を求める際に関連するベクトルの関係を示した図である。

【符号の説明】

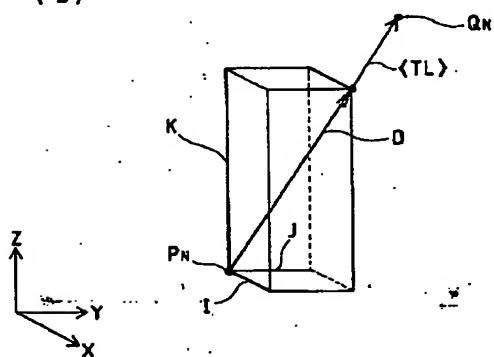
- 1 工具
- 2 工具取付部
- 3 回転中心 (制御点 Q_i)
- 4 ボールエンドミル
- 5 ボールエンドミル先端
- 6 ボールエンドミル先端からはずれたボールエンドミル表面上の点
- 7 被切削希望点 (プログラム指令点)
- 10 数値制御装置 (CNC)
- 50 11 プロセッサ

1 2	ROM	2 7	キーボード
1 3	RAM	3 1	外部機器
1 4	CMOS	3 2	手動パルス発生器
1 5	インターフェイス	4 1～4 5	軸制御回路
1 6	PMC (プログラマブル・マシン・コントローラ)	5 1～5 5	サーボアンプ
1 7	I/Oユニット	6 1～6 5	サーボモータ
1 8	グラフィック制御回路	6 5 1	パルスコード
1 9	インターフェイス	7 1	スピンドル制御回路
2 0	インターフェイス	7 2	スピンドルアンプ
2 1	バス	10 7 3	スピンドルモータ
2 5	CRT/MDIユニット	W	ワーク
2 6	表示装置	T B	テーブル

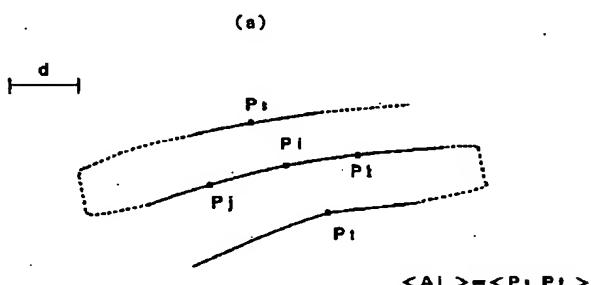
【図1】



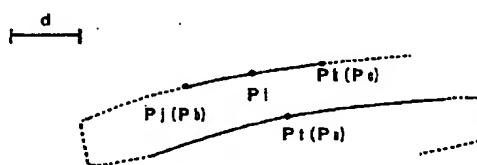
(b)



【图 4】

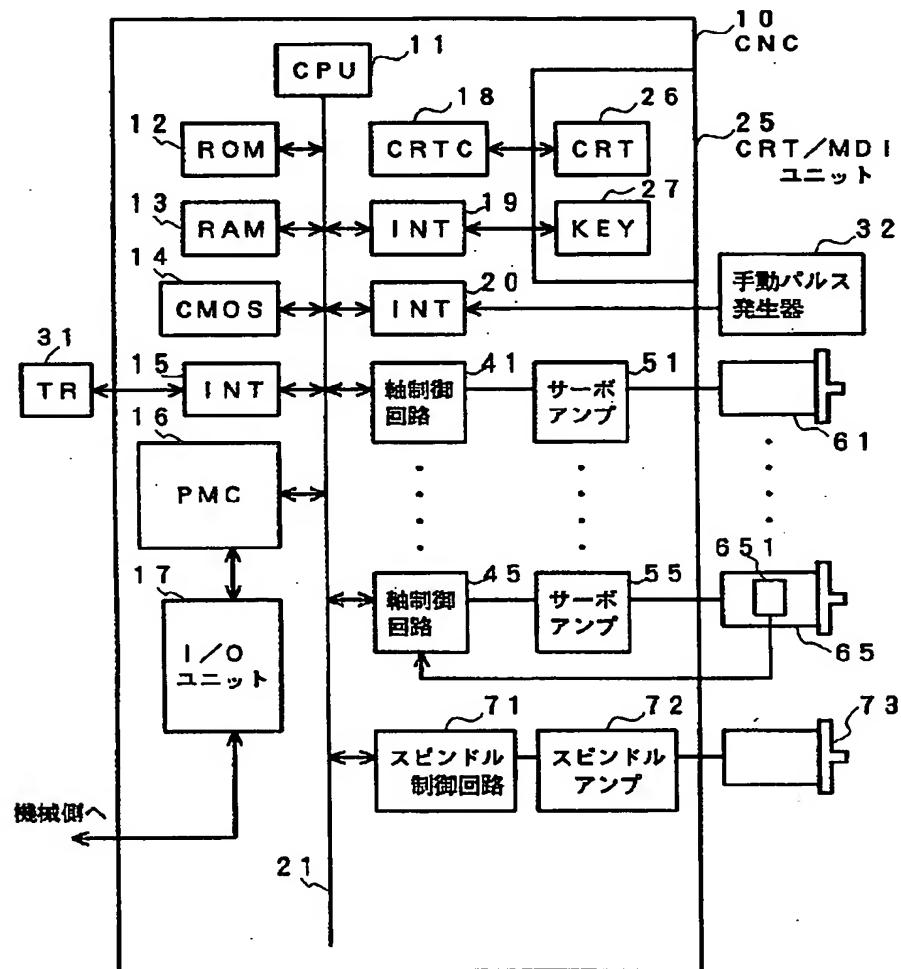


(b)

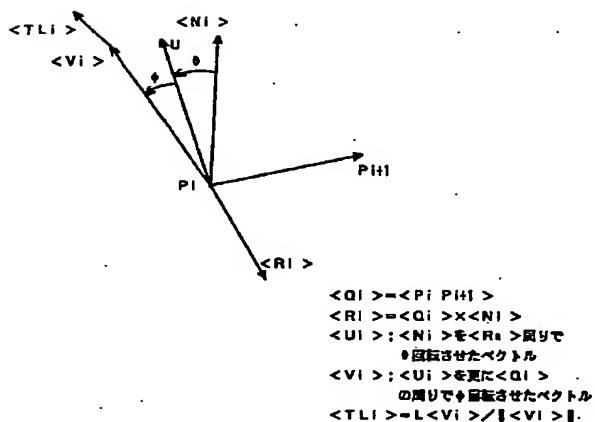


$$\langle C \rangle = \langle P_a P_b \rangle$$

【図2】



【図5】



【図3】

